

# インド幹線鉄道貨物輸送力強化調査を事例とした巨大鉄道建設プロジェクトのフィージビリティ評価手法開発

著者	赤塚 雄三, 山村 直史
雑誌名	国際地域学研究
号	12
ページ	141-172
発行年	2009-03
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1060/00003695/">http://id.nii.ac.jp/1060/00003695/</a>

# インド幹線鉄道貨物輸送力強化調査を事例とした巨大鉄道建設プロジェクトのフイージビリティ評価手法開発

赤塚 雄三\*, 山村 直史\*\*

## まえがき

本研究は、2006～2007年度に JICA によって実施された表題のインド幹線鉄道関連の調査案件を事例として試みた、巨大プロジェクトのフイージビリティ評価手法を含む開発調査の成果を纏めたものである。本調査案件実施の原点は2005年に行われた日印両国首相の共同宣言に遡る。この調査案件が対象とする貨物専用鉄道新線開発整備プロジェクトは、その規模と費用の点で、JICA は勿論の事、大規模なインフラ整備に多くの経験を持つ世界銀行、アジア開発銀行や日本の国際協力銀行（旧海外経済協力基金）も経験した事の無い程に類を見ない巨大プロジェクトである。本稿では、調査案件の背景、日印両国政府間の協議の経緯、調査の目的や手法、項目や成果、等について紹介する。本論は5章で構成され、第1章では調査の背景と枠組みの構築について述べる。第2章では調査で取り上げた主要課題とその成果の概略を紹介する。本調査で取り上げた課題の中で、特に技術移転に関する鉄道技術のマトリクス構築、インド国内における長距離貨物輸送に関する問題、貨物の効率的なインターモーダル輸送に関する諸問題は、既往の調査研究で取り上げられた実績も乏しい課題であった。そうした視点から、これ等の3点については、第3～5章に個別の章を起こして詳述した。

## 第1章 調査の背景と枠組み構築

### 1.1 調査プロジェクトの背景

インド鉄道は、約6万3千kmの路線網を有し、1日に約1万4千本の列車を運行している。この路線網のうち、インドの主要都市であるムンバイ、デリー、コルカタ、チェンナイを結ぶ鉄道路線は『黄金の四角形（Golden Quadrilateral）』と呼ばれ、インド経済に欠かす事のできない最重要幹線鉄道である。この4辺と対角線2本の計6路線の延長距離は、インド鉄道網の16%に過ぎないが、2006年時点で鉄道旅客全体の55%、鉄道貨物全体の65%の輸送を担っている。しかし、これらの路

---

\*東洋大学名誉教授

\*\*独立行政法人国際協力機構社会開発部第三グループ・運輸交通・情報通信第一チーム主査（調査時点）

線は飽和状態にあり、『黄金の四角形』の輸送力強化は、インド鉄道における最大の課題の一つと言える。

インドでは、貨物輸送量が年率約15%で伸びる一方で貨物鉄道輸送量は線路容量の限界に近づいており、鉄道の整備・強化は同国の経済成長において不可欠な課題となっている。とりわけ、同国屈指の消費地・生産拠点の首都デリーを含む北部地方と大陸東西の玄関港であるコルカタ、ムンバイを結ぶ『黄金の四角形』の北側2辺をなす鉄道路線〔コルカタ～デリー間（約1,450km）およびムンバイ～デリー間（約1,350km）〕は、今後も港湾整備等によるコンテナ貨物の増加や農産物・鉱工業資源の輸送量の増加が見込まれることから、高い軸重（high axle load）に対応した高速鉄道の導入と複数の交通機関を連携させたインターモーダル貨物輸送体系の整備による輸送力の強化が求められている。

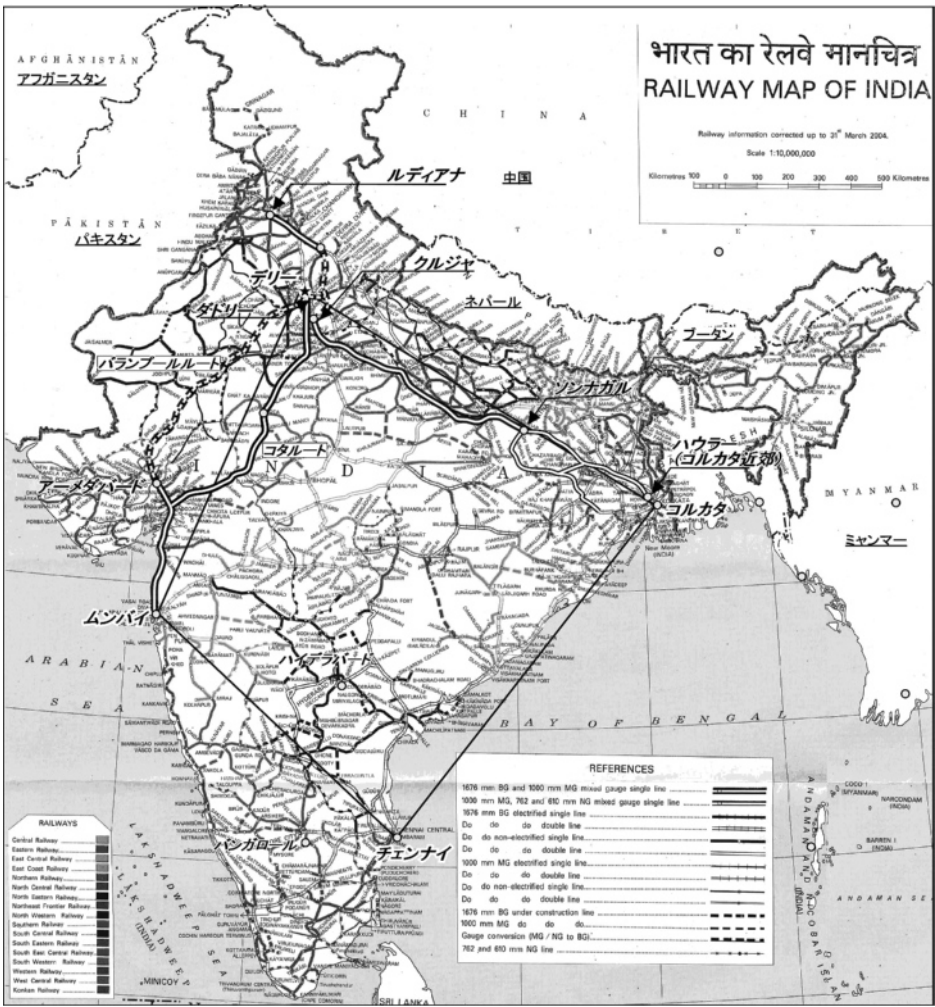
これらの課題に対し、インド国政府は一部区間の線増（3線化、複々線化等）や信号の改良および連続軌道回路の設置等により輸送力の強化を図ってきたが、一時的な効果を発揮したに過ぎず、その後再び線路容量の逼迫を招いている。そこで、インド政府は、急増する貨物輸送、中でも特にコンテナ輸送の需要に対応する必要に迫られており、国内物流の効率化と経済社会活動の振興を図るため、西部輸送回廊および東部輸送回廊の鉄道輸送力強化のため貨物専用新線整備を計画した。インド政府がその後の調整を経て、最終的に決定した貨物新線建設の優先対象区間は、西部回廊ではJNPT 港～アーメダバード～ダドリー（約1,460km）、東部回廊ではグルジャ～ソンナガル（約1,230km）にクルジャ～ルディアナ（約410km）を加えた形となる。（図－1.1 参照）

## 1.2 日本・インド両国政府間協議

2005年4月の日印首脳会談において日印グローバル・パートナーシップの戦略的方向性に関する協議が行われた。その共同宣言では、両国パートナーシップ強化のための8つの取組が掲げられ、包括的な経済関係構築の一つとして、『両国は、本邦技術活用条件（Special Terms for Economic Partnership：STEP）がインフラ分野におけるインドの優先度の高い大規模プロジェクトを実施する効果的な方法の一つであるとの認識を共有』し、『双方は、STEP 制度を活用しつつ、日本の技術と専門知識の支援により、コンピューター制御による高容量貨物専用鉄道建設計画の実行可能性を検討する』事が確認された。

2005年7月、前述の日印首脳会談の合意を受けて、インド国政府は我が国政府に対し、上記貨物新線の整備に係る開発調査の実施を要請した。この要請は、上記2路線の輸送力強化のため、貨物専用の新線整備計画（新線建設による複線化、コンテナ2層積載車両導入、電化、コンピューター制御装置の整備、信号機・通信システムの整備等）の策定を目的とするフィージビリティ調査（F/S）となっている。

インド政府の要請を受け、JICA は2005年10月に予備調査を実施し、本協力案件の採択可否に係る情報を収集・分析すると共に、本協力案件において代替案検討を行う旨を確認した。また、本案件を日印の共同調査として実施することが合意され、同年11月、我が国政府は、『インド国幹線貨物鉄



図ー 1. 1 東西輸送回廊全図

道輸送力強化計画調査』の実施を決定した。続いて、2006年2月、JICAは事前調査を実施し本件協力の実施内容・工程に関してインド鉄道省と実施細則を締結した。一方、インド国政府も上記貨物路線の建設に向けてインド国鉄系シンクタンク・RITES社に委託して予備的な調査を実施した。本案件は、『日印グローバル・パートナーシップ』を象徴する案件の一つに位置づけられ、インド側は、調査結果を2007年度円借款審査に間に合わせ、2008年には貨物専用鉄道の建設事業に着手したいと強く要望した。日本側も、整備資金の一部に円借款による協力が想定され、更に、STEPの活用が期待された所から、インド側の要望にも積極的に対応し、図ー 1.2 に示したような主要関係機関の連絡調整機構を整えた。

1. 3 調査の枠組み

本案件においては、インド国内物流の効率化と経済社会活動の振興を図るため、東西輸送回廊の鉄道輸送力強化方策に関し、技術面・経済面・資金面等から妥当性・実現可能性を検証し、将来の事業資金調達審査に資する基礎資料作成を基本方針とした。インド側調査は当初から新線建設計画を前提として行われ、ルート選定を含めて代替案等の検討は欠如し、我が国政府開発援助を含む

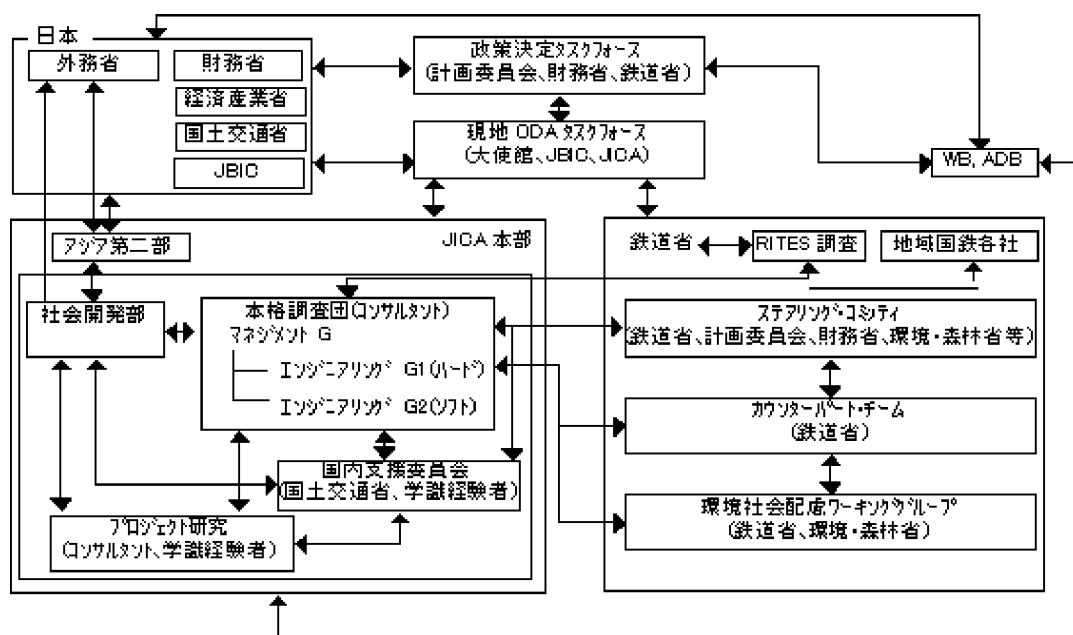


図-1.2 インド幹線貨物鉄道輸送力強化計画における関係機関

国際協調融資に必須の代替案検討が必要であった。加えて、インド側調査は既存の鉄道路線輸送力強化のみに限定され、鉄道貨物の起点・終点となる港湾やインランド・コンテナデポ（ICD）を含めた全体的な輸送システムに関する視点も欠如しており、JICAは、インターモーダル輸送戦略策定及び長大輸送回廊建設計画の評価手法開発を意図したプロジェクト研究も併せて、下記の調査を実施した。

- ①代替案の検討：貨物新線／在来線改良／旅客新線／ゼロオプション
- ②輸送システムの検討：電化／非電化（ディーゼル）／コンテナ1層積載・2層積載／トータル管理システム／GPS等
- ③インターモーダル輸送の検討：鉄道以外の施設も含めた総投資の費用・効果分析
- ④プロジェクトの実現可能性・持続可能性の検討／環境社会配慮／運転・運行計画／組織／経営計画等

このような総合的かつ広範囲に亘る取組は JICA 開発調査でも最初の事例であり、今後の大型調査案件の参考になると思われる。

#### 1.4 調査の手順

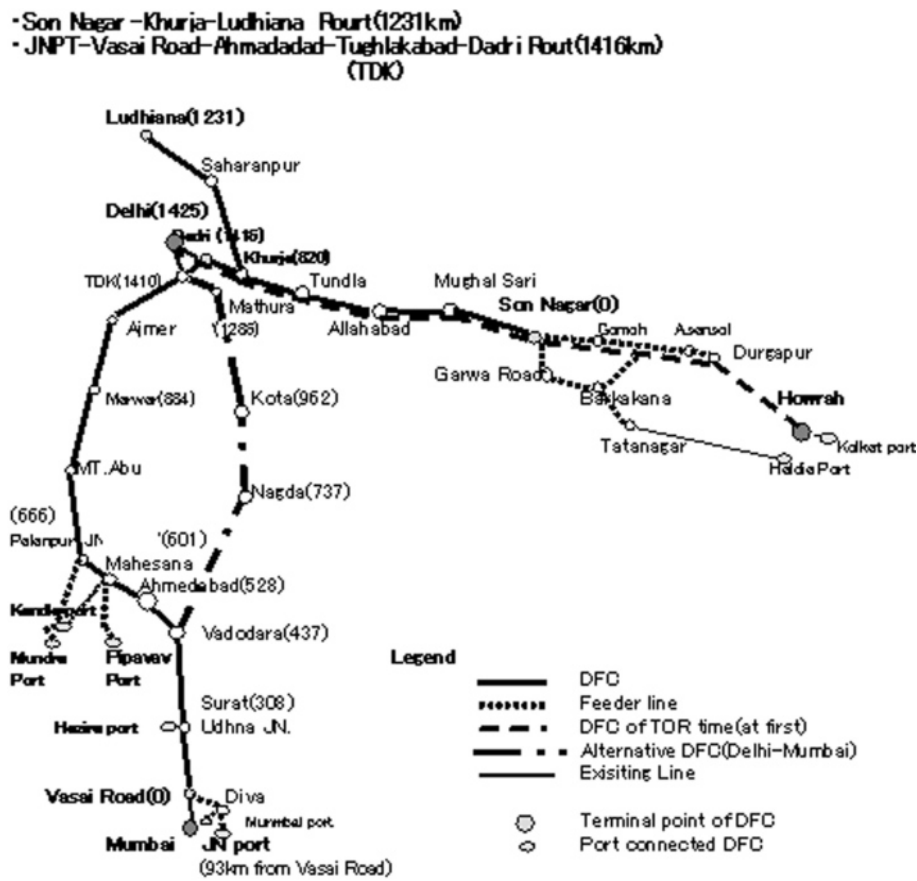
調査対象の鉄道貨物輸送力強化計画は、総延長2,800kmに達する新線建設計画であり、付帯施設整備を含めると、総事業費は1兆円を遙かに上回ると見込まれ、これを我が国開発援助単独で支援する事は不可能であり、世界銀行やアジア開発銀行等の国際開発援助機関や民間金融機関との協調融資は不可避と目された。従って、対象案件の妥当性の検証は当然として、対象案件の整備資金調達に関わると予想される諸々の金融諸機関の融資審査に必要な基礎資料作成も必要であった。このよ

うな視点から、本調査では、以下のようなアプローチを設定して段階的に実施した。

- ①インド北部に位置する東部輸送回廊および西部輸送回廊において貨物専用鉄道の開発妥当性を検証する目標年次の設定、
- ②総延長約2800km に及ぶ貨物専用鉄道新線建設計画の評価手法の提案、
- ③実現可能な代替案の設定、
- ④代替案の比較検討結果に基づいた最適案の選定、
- ⑤最適案による貨物専用鉄道事業の実現可能性の評価、
- ⑥日印鉄道システムが保有する全要素技術（ハード・ソフト）の分析評価の検証、
- ⑦鉄道技術の知識・経験の日印間の共有化の促進、
- ⑧東西輸送回廊における非鉄道貨物輸送も含めた総合的インターモーダル物流開発戦略の策定、および
- ⑨インド側調査結果の補強（資金調達審査に必要となる基礎的資料の作成）。

1.5 日印共同調査と調査対象区間

本格調査に先立って日本側が実施した事前調査段階において、本格調査における日印間の役割分担について協議した。その結果、インド側は本調査開始前に必要な基礎資料・情報・データ等を用



図ー 1.3 ルート概念図

意し、更に貨物鉄道新線に係る設計、費用積算、内部収益率等についても予備的検討を行う事、日本側はインド側調査結果の精査・補完、関係諸機関との調整、新線建設事業資金調達の審査に耐える調査報告書の取り纏め、を担当する事で合意した。換言すれば、この調査方式は、インド側調査の進捗状況と協調して短期間に成果を挙げることを意図したもので、新しいタイプの開発調査の試みでもあった。実施段階では、インド側調査の遅れが日本側調査の円滑な進行を阻害した面もあったが、阻害要因克服策の案出に日印双方が協力した結果、当初の狙いは略達成できた。

本調査は「黄金の四角形」上に位置する東部回廊および西部回廊における貨物鉄道輸送力強化計画を検討するものであるが、東西回廊計画と調査対象区間は必ずしも同一ではない。インド側が実施した予備 F/S 対象区間は、東部回廊ではルディアナ〜クルジャ〜ソンナガル区間の1,230km、西部回廊ではダドリー〜アーメダバード〜JNPT 区間の1,460km、であって、インド側が既存路線に輸送余力ありと判断した区間は含まれて居ない。日本側調査においては、東西回廊全区間の既存路線輸送力の再評価を行う事を前提として、インド側調査対象区間を踏襲した。(図-1.3 参照)

## 第2章 調査の主要課題と成果の概要

### 2.1 プロジェクト研究

調査対象の東西回廊建設計画は総延長距離約2,800km にも及ぶ巨大プロジェクトであり、調査着手段階では、その便益計測や評価手法は未開発の状態であった。そこで、JICA は学識経験者を中心とするプロジェクト研究チームを組織し、検討を行った。プロジェクト研究チームは最初に広域・巨大プロジェクトの便益計測手法と評価手法の開発を試み、開発した手法の信頼性・実用性を検証した。この結果は日本側調査団のガイドラインとして活用された。また、資金協力参加が予想される国際協力銀行、アジア開発銀行、世界銀行やインド政府にも提示して、プロジェクト評価手法の知見共有を図って、調査結果の理解を促した。プロジェクト研究チームは、更に、貨物の起点と終点を結ぶ全ての輸送モードを含む流通システム、即ち、東西回廊を経由する鉄道輸送と其の両端部における非鉄道輸送モードを含む総合的な流通システムを経由して輸送される貨物の輸送コスト、時間コスト、安全性、信頼性、の最適化を図るインターモーダル輸送の視点に立った調査手法の採用も併せて提案した。

### 2.2 プロジェクト・マネジメント

本調査は、非常に大規模な運輸交通インフラのフィージビリティ調査であり、日印双方の実施・支援体制は複雑で、その調整が調査の成否を左右する程に重要な事が当初より予見された。インド政府の意思決定システムは、計画委員会、財務省、鉄道省等の強固な官僚組織が重層的に組み合わさった複雑なものである事に加え、日本側の関係省庁や独立行政法人も多岐に亘っていた。そこで、調査に先立って、プロジェクト研究チームと国内支援委員会を立ち上げて日本側調査団の支援体制を構築した。続いて、日本側調査団内にプロジェクト・マネジメントに特化して業務にあたる統合

マネジメント・グループを設け、別途組織したエンジニアリング・グループ 1（EG1：ハードウェア担当）とエンジニアリング・グループ 2（EG2：ソフトウェア担当）を総合的に調整・統括し、必要に応じてインド側との交渉に当たった（図-1・1 参照）。また、統合マネジメント・グループは、調査全体の WBS (Work Breakdown Structure) を構築し、柔軟性を保ちつつ、全体工程の管理を行い、EG1、EG2、プロジェクト研究チームおよび国内支援委員会とも密接に連携して調査を進めた。こうしたプロジェクト・マネジメント方式の導入は JICA 開発調査では最初の試みで、調査初期段階では必ずしも円滑には作動しない時期もあったが、国内支援委員会の積極的な現地支援活動が有効に機能し、略満足すべき成果が得られた。

### 2.3 代替案の設定と比較検討

インド側調査は、政府の既定方針に基づいて選定した幹線鉄道路線のみを対象として貨物専用鉄道の輸送力強化調査を意図したもので、在来線の改良とか旅客新線建設等の代替案検討による原案の最適性確認と言った視点は当初から欠落していた。しかし、数度にわたる日印政府間協議の結果、膨大な額に達する建設資金調達には、貨物新線建設計画原案の妥当性検証の必要性について合意する所となった。そこで、日本側調査では代替案として、貨物新線の整備、既存線改良と効率化、旅客新線整備（旅客輸送力増強によって在来線の貨物輸送専用化を図る案）、並びに現状維持（高速道路網整備のみを進めるゼロオプション）の 4 案を取り上げ、需給分析や採算性評価などの視点から比較検討を試みた。

### 2.4 最適案の精査

代替案の比較検討の結果、インド側提案の貨物新線建設計画原案（東西回廊路線案）の最適性が検証された。次いで、選定された最適路線案を対象として次段階の選択肢、即ち、コンテナの積載方法（1 層積載／2 層積載）、列車牽引方法（電化／非電化）、GPS 管理システム、等の適用すべき輸送システムの詳細検討を実施した。こうして絞り込まれた貨物新線建設計画最終案に関して、東西両回廊の夫々について全線を幾つかの工区に分割して、工区ごとの着工優先度を提案した。優先度の評価に当たっては、輸送力増強の緊急性、建設着工への熟度、工事の難易度、環境影響評価、住民移転、持続可能性、収益性と採算性、工程、資金調達、等の視点から多角的に評価した。

### 2.5 鉄道技術の共有化と技術移転

インド鉄道省および RITES 社は文献資料調査や海外視察等を通して外国鉄道技術の情報を蒐集し、また歴史的背景から、他の開発途上国と比較して高い鉄道技術を保有している。その一方で、日本政府に貨物専用輸送回廊（Dedicated Freight Corridors：DFC）調査を要請し、調査の一環として国際的にも類例の乏しい平型貨車を用いたコンテナ 2 層積載列車の電化構想案を提示し、その実現策の提案を求める等、世界に実用化例のない技術の保有を通じた輸送力の強化・効率化に意欲を示していた。しかし、わが国の鉄道技術を十分に知悉・把握していた訳でもない。そこで、イン



ド側の要望に応じて、本調査には、共同調査・研修・セミナー等の技術移転プログラムを組み込んで、鉄道省や RITES 社に日本の鉄道計画・建設・運営・維持管理等に関する技術を提示し、相互理解の深化を図った。更に、輸送関係最新技術調査を行って、運転、運行管理システム等鉄道輸送に係る最新技術の世界的動向を把握し、本プロジェクトに適用可能な技術選択の基礎資料とした。この種の調査の一環として、例えば、中国鉄道電化区間（上海～北京間）のコンテナ2層積載列車輸送や9千馬力級大型電気機関車製造工場（大連）の現地視察と資料収集・面談調査も含まれている。こうした調査結果は最終報告書にも反映され、特に西回廊新線建設計画・運営方針策定の参考に供された。

## 2.6 最適輸送技術の比較検討：コンテナ2層積載、信号システム、運行管理等

車両、信号・通信システム、大型電気機関車、運行管理手法等の鉄道輸送システム等に係る技術について、本プロジェクトに適用可能な技術を個別に分析した上で総合的に比較・検討するために、国土交通省や(株)JR 貨物の支援を得て、貨物鉄道に関する要素技術マトリクスを作成し、各技術の導入によるメリット、デメリットと技術的根拠を明確に提示した上で、最適輸送システム提案の基礎資料とした。その背景には、インド側は1日あたり約70本の貨物専用列車運行を目標とし、其の実現のために、コンテナ2層積載輸送、GPS によるコンピューター管理システム等の日本の鉄道輸送体系には適用困難な技術にも関心があり、第三者としての日本側関係者の助言を求めたと言う状況もあった。

## 2.7 コンテナ2層積載列車・大型電気機関車の現地調査

### (1) 背景

DFC 調査では西回廊の電化問題と電化区間へのコンテナ2層積載（DS：Double Stack）列車の導入等がインド側との意見調整に苦慮した重要課題であった。電化問題に関してはインド国鉄にも賛否両論があり、ディーゼル列車運行を主張する強力な意見もあった。このような状況の下で、JICA 調査団は、経済性、環境社会配慮、輸入石油資源依存からの脱却、等の視点から西回廊の全線電化案と大型電気機関車牽引の電化 DS 列車導入を推奨した。インド側の電化反対論の中には、『電化区間に導入すべき DS 列車は営業運転で実証された技術に限定すべき』とする意見も強かった。こうしたインド側の主張も念頭に置いて、電化案を推奨するには、電化 DS 列車の実績例提示が説得力を持つと考えられた。

世界的に見て、DS 列車を営業運行している国は、アメリカ、オーストラリアと中国であるが、アメリカとオーストラリアの DS 列車はディーゼル列車で参考にならない。唯一参考になる事例は中国鉄道であった。電化 DS 列車の導入に必要な大型電気機関車の国産化に関しては、中国で開発され、供用実績のある大型機関車の情報収集も必要であった。大連汽車車両製造会社が(株)東芝と技術提携して開発した世界最大級の大型電気機関車の情報である。このような状況の下で、2007年4月下旬、中国鉄道部科学研究院、中鉄集装箱運輸有限責任公司、大連機車車両有限公司、大連東芝機

車電気設備有限公司を訪問して、情報収集すると共に、揚浦駅（上海）、上海芦潮港、大紅門駅（北京）等で実情調査を行った。

## (2) 中国の電化 DS 列車運行実績

中国鉄道部は、1995年にコンテナセンター建設計画を策定し、DS 方式を含むコンテナ輸送拡大に着手した。2001年、アメリカ、オーストラリアなどを対象とした DS 輸送方式の可能性調査が始まり、2003年12月、コンテナ輸送を専門とする中鉄集装箱運輸有限責任公司を設立した。国際コンテナ輸送が主流のインドと異なり、中国は国内のコンテナ物流が主流であるが、電化区間の DS 列車運行に関しては数年間にわたる試運転を重ねて問題点をクリアし、営業運転を実現しており、その経緯はインド鉄道の DS 列車運行の参考になると思われる。

中国鉄道は2007年4月18日に、北京～上海と鄭州～青島間で38両編成の電化 DS 列車の営業運転を開始した。中国鉄道の電化率は2007年時点で29.2%に過ぎないが、主要幹線の電化を推進しており、DS 列車導入に関してもコンテナ輸送量が多く、既に電化されている上記区間が優先された。

## (3) DS 列車導入に際して行った調査研究成果の概要

中国鉄道部が電化 DS 列車導入に先立って行った調査研究成果や対策に関する情報は、JICA 調査団にも快く提供された。入手した主要な情報を纏めると以下のようである。

- ①コンテナ2層積載による重心の変化の影響を最小限に留めるために、ウエルタイプ（低床型）貨車を採用した。これによって高速走行時の安定性を確保し、輸送力は50%増えた。
- ②既存線の軸重制限が21トンのため連接台車を使わない方針を採用した。連接台車を採用すると、積載効率は高くなるが、軸重は30トンに増加し、既存線の全面補強が必要となる。
- ③コンテナ2層積載に安全性の問題はないが、架線を張った箇所でのコンテナの積卸しは危険であり、コンテナの積卸しは架線のない箇所で行うことを原則とした。途中駅での積載、荷卸しも架線のない側線に移動して行う方針を採用した。
- ④DS 列車導入に際して、車両限界に支障のある跨線橋のある箇所では、軌道の路盤を下げるとか、橋梁の架け替えを行った。
- ⑤強風が吹く場合、安全性低下が懸念されるので、DS 列車導入には強風が経験されていない線区・区間を選定した。
- ⑥2層積載による荷傷みの有無を検討したが、格別の対策は必要ない事が判明した。
- ⑦最高速度は120kmph であるが、台車への動揺防止装置は必要ない事を確認した。
- ⑧電化 DS 列車の導入は必然的に架線位置の高度化を意味し、在来線にも供用できる新型パンタグラフの導入を図った。

## (4) 鉄道コンテナ列車運行とコンテナセンターの展開

中国鉄道部はコンテナ輸送専門の子会社・中鉄集装箱運輸有限責任公司を設置した。列車の運行は中国鉄道部の担当であるが、同公司はコンテナ及びコンテナ貨車を保有し、コンテナの貨車搭載や列車連結までの作業を担当している。また、中国鉄道部はコンテナ輸送の拠点として、全国に18箇所のコンテナセンター駅（ハルビン、瀋陽、大連、北京、天津、ウルムチ、蘭州、西安、重慶、

昆明、成都、深圳、広州、武漢、鄭州、寧波、上海、青島)の設置を計画し、欧米企業の投資を得て建設を進めている。

#### (5) 大型電気機関車の開発

中国鉄道部は電化 DS 列車運行に当たって、大連機車車輛有限公司が(株)東芝の技術協力を得て開発した牽引力の大きい大型電気機関車を導入している。(株)東芝は大連機車車輛有限公司と電気機関車の製造に関する技術提携を行うと共に、同社と 1:1 の出資で電気機関車用電気部品製造を行う現地法人を設立している。同社は創業当初には機関車修繕から始めて、蒸気機関車、ディーゼル機関車製造へと展開し、2000年から電気機関車の製造を始めた。主要製品は、電気機関車、ディーゼル機関車であり、ディーゼル機関も製造している。新型電気機関車については既存車両をベースに 6 軸 7,200kW の機関車を開発した。現在は中国コンテナ列車牽引の主役であり、最高速度 120kmph、5,000t 牽引の性能を有し、今後は更なる大型化、高性能化も計画されている。

### 2.8 環境社会配慮

インドの環境関連法規上は、鉄道建設プロジェクトは環境影響評価(EIA)の対象外とされている。しかし、貨物専用鉄道新線建設計画の事業規模や国際的な資金調達を考慮すると、本調査案件は JICA 環境社会配慮ガイドライン・カテゴリ-A に該当すると判断された。一方、RITES 社の予備フィージビリティ調査では EIA レベルに必要な環境情報は全面的に欠落しており、鉄道省予算にも環境情報収集に必要な経費が計上されていなかった。このため、環境情報収集調査に関しては日本側で実施する事とし、本格調査を開始する以前に現地の環境コンサルタント社を雇用して実施した。

また、こうした状況を踏まえて、日本側調査団はインド鉄道省と協議して、鉄道省内に環境配慮影響評価担当部局の設置を図り、東西回廊全線に亘って、自然環境・社会環境両面の要因調査を実施した。その結果に基づいて、インド鉄道省は、日本側調査団に対し最終的な路線線形案を提供した。また、日本側調査団はインド政府のオーナーシップを尊重しつつ、地域別・階層別のステークホルダー協議機関を組織し、自然環境保全、負の環境影響の軽減方策、住民移転計画、環境管理・モニタリング計画、の策定資料を収集した。これ等の取り組みの結果、日本側調査団は貨物専用鉄道新線建設計画調査の最終報告書に反映する事が出来た。

### 2.9 東西輸送回廊の現況把握

巨額の国家財政出動を伴う貨物専用鉄道新線建設の整備に先立って、インド鉄道の現状把握は極めて重要である。そこで、経済・社会の状況や対象路線の貨物・旅客輸送の特性を調査し、全交通モードにおける貨物・旅客輸送の特性に係る分析を行った。更に、対象路線の構造・設備の状況を調査して、対象地域における土工、軌道、信号・通信施設、電化システム、電気供給施設(変電所)、車両、ターミナル等の鉄道に関する構造・設備の状況の実態調査を実施した。これと平行して、対象路線の運行状況、鉄道運行に係る組織、人員、運転の実態等を把握し、運転・運行状況を明確にした。これ等を踏まえて、対象路線の運営・財務の状況、建設・維持管理・組織の状況、路線・区

間別の運営・財務の現況を把握し、最終報告書にも記述して、東西回廊貨物専用鉄道の整備組織の構築・運営の参考に供した。

## 2.10 鉄道セクター改革への配慮

インド鉄道セクターに対しては、アジア開発銀行、世界銀行などを中心に様々な協力が行われて来た。近年では、アジア開発銀行が鉄道セクター改革の協力プログラムを実施しており、本調査開始時点では更に5年間の協力が継続される見込みであった。一方、インド側の予備フィージビリティ調査は、貨物鉄道インフラ・施設の整備といったハードウェアに特化した提案となっていた。そこで本調査では、上記のセクター改革の動向を加味した代替案設定・検討を行う必要があり、貨物鉄道の運行・運営計画、事故防止・安全管理、も含めて、鉄道事業としての総合的な妥当性を多面的に検討し、制度的な改革も含めた実効性の高い提案を行った。

## 2.11 貨物新線建設の事業実施主体と運用計画

貨物専用鉄道新線建設に必要な工程や資金調達を含めた事業実施計画およびその組織体制を提案した。調査開始の時点で、インド政府は、本事業のための特殊法人(SPV：Special Purpose Vehicle)の設立と事業実施の検討過程であり、その組織体制やビジネスプラン等に関して事前の情報収集を試みたが、インド側の協力は得られなかった。一方、2.9に述べた現況調査結果は、インド国鉄には管理運営組織や事業実施体制に合理化と効率化を図る余地が多い事が自明であり、インド国鉄のこうした負の遺産を新しいSPVに継承する事は避けた所であった。そこで、インド鉄道省が検討中のSPVに類似した機構・事業として、デリー地下鉄公社(Delhi Metro Rail Corporation：DMRC)による都市高速鉄道事業に注目して調査した。デリー地下鉄建設事業に対しては、円借款による資金協力が行われ、その実績に関してインド政府内の評価も高い所から、DMRC関係者から入手した情報も参考にして、日本側の提案を策定した。

この過程で検討した項目は次の通りである。即ち、運営・運行・維持管理計画、運営管理組織、環境社会配慮(環境予測・環境影響評価・モニタリング計画)、事業費算出、工事工程、経済・財務分析、事業実施計画、経済評価、財務分析、収支採算性、持続可能性等の諸要因である。当然の事ながら、調査対象地域における既存線の輸送力改良・効率化に係る施策の実績、将来計画等を評価し、貨物および旅客輸送の将来需要予測を精査・修正した上で、新しいSPVが担当するプロジェクトの社会投資効果を明確にした。また、インド側調査に不足している運転・運行管理、輸送計画や貨物ターミナルの荷扱いシステム等についても検討し、調査対象地域における輸送コスト、時間コストを全体として最適化するために必要な分析・提案を行った。

インド側は、日本側調査の実施中に新たなSPVであるDFCCILを設立し、貨物新線の建設主体にする事にしたが、日本側の考えは、インド鉄道省およびDFCCILと共有される事になった。

## 2.12 事業実施計画

直接的には貨物専用鉄道新線建設計画には含まれないが、建設計画の効果発現に必要なサブ・プロジェクト群、例えば、鉄道貨物の起点・終点に相当する港湾区域内のプロジェクト、東西回廊貨物が流出入するターミナルと枝線の増強に関わるプロジェクト、についても本プロジェクトの一部と認識し、最適案の事業実施計画と併せて貨物専用鉄道新線建設計画全体の工程計画を含む事業実施計画を策定した。これに関連して、インド政府が今後検討、実施すべき事項を明確にし、調達方法に関する検討も行った。また、建設計画だけでなく、維持管理・補修、危機管理等への対応策を含めて、資金協力機関の審査に必要な項目を網羅した事業実施計画を策定した。

## 2.13 資金協力機関との情報共有

本調査実施の時点（2006年5月～2007年10月）では、インド側は貨物専用鉄道新線建設計画の整備資金については日本からの全面的な協力を期待しており、世界銀行やアジア開発銀行に対しては直接的接触を避けると言った政治的な配慮が窺えた。一方、予備フィージビリティ調査段階における貨物専用鉄道新線建設計画の総建設費は約7,500億円と試算されていた。これには貨物専用列車（機関車・貨車）や付帯施設の調達費用は含まれておらず、これ等を含めると、総事業費は凡そ1兆5千億円に達すると見込まれた。このような巨大プロジェクトを、仮にインド政府の要望するように、建設期間を5～6年間と想定すると、事業規模はインド政府の自己資金とインド側が期待する日本の資金協力だけでは賄いきれない事は自明であった。急成長を続けるインド国家経済の現状と将来展望から推して、資金調達は緊急の課題であった。

この時点で、事業の円滑実現には、国際協力銀行以外に世界銀行やアジア開発銀行など国際開発援助機関の協力が不可避と予想された。この点に関し、国内支援委員会は、これ等の援助機関がインド政府の要請に対する即応体制の整備が重要と考えた。アジア開発銀行、世界銀行のいずれもインドの運輸交通インフラ整備には大きな実績を重ねているが、近年は融資諸条件を巡ってインド政府と対立を重ね意思疎通欠如の状態が続いていた。そこでインド政府の了解の下に、日本側調査の進捗状況（各種の中間段階の報告書）を提示し、対案として援助機関側の諸条件（インド政府が融資要請を提出した場合の対応策の有無、融資額や時期等の諸条件）に関する情報の提供を求め、これをインド政府に伝えた。日本側調査団の上記対応は、こうした危機的な状況の打開を意図したもので、インド政府、国際援助機関の双方から歓迎される所となった。

なお、調査開始当初より、インド側の本件整備資金に対する最大の期待は、円借款（特にSTEP）にあったため、JICAとJBICは常に情報共有を行い、調査を遂行したことは言うまでもない。JICAの担当者が、円借款に係る政府間協議やJBICによる調査関連ミッションに同行し、日本側見解の統一・整合性を図るなどの調整も行われた。

## 第3章 技術移転と鉄道技術マトリクスの構築

### 3.1 背景

DFC 調査は当初から STEP 適用大型案件と目された事もあって、日印双方の思惑も絡んだ討議が繰り返され、移転技術の決定に関して具体的な進展を見るまでにかかなりの時間を要した。STEP の適用によってインド側は借款条件の有利な融資枠拡大を期待する一方で、日本側にも本邦技術の輸出増大に対する期待が見受けられた。しかし、双方共に、DFC 構築に必要な個別の鉄道技術に関する共通認識を欠き、技術移転の必要性と言った抽象的な概念の議論に終始していたのが実情であった。

DFC プロジェクトは鉄道の建設・運営に止まらず、貨物の起点から終点に至る多様な輸送活動の統合・管理を包含する総合的なプロジェクトであり、これを構成する要素技術（ソフト、ハード）も数多く、多種多様であった。これを全体像の形で議論を続ける限りでは、日印双方に合意できる移転技術の確認は不可能と判断された。鉄道技術マトリクスの作成はこうした隘路の打開策として着想されたもので、日本側・国内支援委員会とインド側・Steering Committee の同意を得て実施された。意図する所は、鉄道貨物輸送システムに採用されている技術を分野別、技術範疇別、類型別、末端の要素技術別、と言った具合に体系的に分析し、要素技術レベル段階で、日印双方の視点から、技術移転の可否を評価しようとする試みである。これを成功させるには、個別要素技術の夫々について、簡潔な定義設定、日本側技術の水準評価、インド側技術の水準評価（日本側視点とインド側視点）、国際的視点から見た水準評価、などが不可欠であった。

### 3.2 マトリクス作成

日本側だけでなくインド側においても、工学的な分野だけでなく、管理・運営面等を含めた総合的な鉄道技術の評価に、末端の要素技術段階で個別の技術評価マトリクスを適用した先例が無く、着手当初の段階では関係者全員に戸惑いがあり、これを短期間に完成するために、下記（1）～（3）のような作成指針に従って作業を進めた。

#### （1）目的と目標

鉄道技術マトリクスの作成は、日印双方の鉄道技術に関する知識共有を図り、インドへの移転可能性のある本邦鉄道技術の判定基準とする事を目的とした。日印間で合意された移転技術の詳細を最終報告書に記載するためには、マトリクス最終版を中間報告以前の段階で提示する必要があり、2007年3月提出のプログレス・レポート2に、マトリクス最終版を付録として添付する事を目標と設定した。

#### （2）作成手順とマトリクス案作成作業

評価対象の技術項目を縦軸に、評価項目を横軸に設定したマトリクス案を日本側が作成し、インド側に提示して、横軸項目、縦軸項目に関して検討し、合意形成を図った。対象とした技術分野は一般の都市間貨物鉄道に使われているものとし、新幹線型鉄道や都市鉄道関連分野は除外した。ま

表3-1 要素技術マトリクスの事例：車両

技術項目		要素技術	技術の概要	メリット・デメリット	この分野における日本技術の特徴	インドの現状	世界の趨勢、動向
網羅的 (Basic な技術も入れる) パリエーションを明確化、あまり細かくしない、ソフト(計画、施工、メンテ)を忘れずに	台	1次サスペンション	リンク式軸箱支持装置	軸箱と台車枠を結合し、振動の吸収、牽引力・ブレーキ力の伝達を行う	ばね下質量低減に寄与するが、軌道不整の大きい線区では追従性に問題あり	金属コイルばね使用軸箱もり式、一部機関車用台車は軸重移動防止と軌道への追従性確保のためイコライザー式採用	高速用はしゅう動部のない、ばね下質量の少ないもの、低速用はイコライザー式を採用
		2次サスペンション	ダイヤフラム式空気ばね (横方向の剛性を制御し、台車構造簡素化に寄与、またボルスタレス台車にも使用)	台車と車体間の結合部分であり、振動の吸収、牽引力・ブレーキ力の伝達を行う機関車等ではゆれ枕を省略し、防振ゴムのみの簡易な構造が採用される場合もある	空気ばねは高速車両では乗り心地向上、通勤電車では積空差による床面高さ相償にメリット、価格は金属コイルばねよりも高い	金属コイルばねが採用され、空気ばねはない	欧米ともに旅客車は空気ばねが主流
		台 枠	溶接構造枠	台車構造の骨格を厚板の溶接構造で製造	溶接構造は軽量化に効果があるが、	軽量溶接構造が主	大出力と軽量化を両立させるため、溶接構造が広く採用されている
車	車 枠	溶接箇所探傷		溶接欠陥なくすることが重要であり、溶接作業の技能認定、溶接後の探傷等を実施	欠陥の事前予知	電気機関車、ディーゼル機関車とも溶接台車枠採用	欧州で溶接技能の規格化検討中
		鋳鋼台車枠		台車構造の骨格を鋳鋼一体で製造	鋳鋼は製造工数減るが、重量大、鋳巣の探傷重要	軸重制限緩和のため、鋳鋼台車枠が主	貨車等では低コストのため採用されている
		リンク式 (ボルスタレス台車に適用) 心皿式		機関車に関しては軸重移動の少ない構造を採用。軸重制限の厳しい鉄道ではボルスタレスも採用	ボルスタレスは軽量化に寄与するが、軌道条件が悪いと脱線のおそれあり	軌道条件に合わせた構造を採用し、現段階では設計変更の必然性は認められない	軌道条件に合わせた最適な構造を採用 ボルスタレスそのものは百年前から採用
車両	駆 動 装 置	可撓式駆動 (WN 駆動、たわみ板、中空軸)		高速用はばね下質量減のため、可撓式を採用	ばね下質量小さく、高速(160km/h 以上) 向き自励振動発生しやすい	電車は高速化のため可撓式を採用	使用条件に合わせて適宜選択
		釣り掛け式、アクスルローラー式		低速用は、自励振動防止、コスト低減のため釣り掛け式を採用	構造簡單、低コスト、ばね下質量大、高速走行には向かない	貨物用機関車は釣り掛け式を採用し、近年改良形のアクスルローラー式も採用	機関車、電車ともに低速走行であり、釣り掛け式を採用
		一体圧延車輪		タイヤと輪心を一体で鍛造圧延成型	タイヤ弛緩防止、軽量化に寄与	軽量圧延車輪が主流で世界のトップ	貨車を含め一体車輪が主、MOR 乗下の RWF で製造
空気ブレーキ	一体鋳鋼車輪	鋳鋼製造技術		タイヤと輪心一体のものを鋳鋼で製造	同上車輪割損しやすい	日本での実績なし	米国の貨車で採用
		自動空気ブレーキ		パワ源供給と制御を空気管で行う安価でフェールセーフなブレーキ。旧式貨車は低コストの K 弁、客車等はきめ細かい制御の可能な A 弁等使用	応答時間の長いこと、一旦緩めると空気圧を込めるまで時間が掛かることからブレーキ距離が長くなる他のシステムに比べ低コスト	旧型貨車に残るが、消滅の方向	UIC 規格のものを採用し、一部に19世紀の真空ブレーキが残る
		電磁自動空気ブレーキ		前項のシステムを改良し、長大編成におけるブレーキの応答特性をよくするため、緩め・込めに電気指令を併用したブレーキ	ブレーキ性能の向上 (空走時分が短い) ときめ細かい制御により、高速化、列車運転時隔短縮に寄与自動空気ブレーキとの互換性あり	固定編成の高速貨物列車に採用	UIC 中心に採用
車輪	電氣指令式空気ブレーキ			パワ源の空気とは別に指令線を列車内に引き通し、応答性を向上した空気ブレーキ	ブレーキ性能の向上 自動空気ブレーキとの互換性なし	新幹線、電車に採用	米国重量貨物列車に採用
		応荷重弁		荷重の変動に応じ、ブレーキ力を自動的に切換える弁	積空差に応じたブレーキ力調整により、列車全体のブレーキ力を大きくできる	2次サスペンションと組み合わせ自動切換え	重量貨物で採用

車 面	サイリスタ位相 制 御 装 置	逆導通サイリスタによる4象 限制御	直流整流子電動機使用、電圧 制御をサイリスタで行う	旧式技術で、最近は使用され ない	絶滅技術	日本および欧州から技術導入 し、一部生産継続中	ベクトル制御が普及
プロパ ラ レ ジ ョ ン	VVVFコンバー タ/インバータ	ベクトル制御による粘着性能 向上	パワ要素使用の変換装置により 三相交流電動機を駆動電動機 の電流・電圧をモニタして 最適トルク制御実現	性能向上 (粘着力向上、力率 改善、大出力化)	すべり率制御からより高性能 のベクトル制御に移行	すべり率制御？	
		高周波変調採用による高調波 低減	変調周波数を数百kHz帯か ら数十kHz帯として、高調波 低減	EMC 低減	IGBT 採用とあいまって EMC 低減技術確立	旧欧州規格ベースの高調波管 理	EMC について国際規格化 (IEC)
		素子 (GTO, IGBT)	電流変換素子として高速タイ プのGTO を経てさらに高性 能のIGBT が開発	機器の小型・大出力化	GTO 素子からIGBT 素子使 用のインバータに移行	GTO 使用のものを欧州から 技術導入し、生産中	IGBT が主流となりつつある
	主 電 機	耐熱温度の高い絶縁処理	駆動用電動機で三相交流電動 機が主流	軽量、大出力化制御装置が高 価	C 種絶縁も採用	F 種絶縁の技術導入による国 産化	H 種あるいはC 種絶縁に移 行
面	主 変 圧 器	シリコン油冷却	鉱油に代わる変圧器冷却媒体	火災対策国際規格化されてい ない	火災対策のためシリコン油冷 却を採用	機関車用、電車用とも日本お よび欧州の技術を導入し、鉱 油冷却のみ国産化	鉱油冷却
	デ ィ ー ゼ ル エ ン ジ ン	コモンレール式燃料噴射制御	非電化区間用車両の動力源、 車両用には軽油燃料の中速機 関 (機関車)、高速機関 (気動 車) が採用され、現在最大の ものは6000Hp	燃費向上、排ガス制御	国産機関車の最大出力は 3600Hp (1800Hp 機関2台)	米国技術を導入し4000Hp ま で国産化 ※インドの使用条件を考慮す ると30%程度のディレタイ ング必要	1000Hp 以上は電気式であ り、大出力機関は米国製が優 位
	パ ン タ グ ラ フ	シングルアーム式低騒音形パ ンタグラフ (碍子との合わせ 技)	電車線から電力を集電する、 ばね上昇と空気上昇がある	小型化、低騒音化に寄与異方 性あり (改良進む)	屋根上スベース有効活用のため 開発され、低コスト化進む 押上力は相対的に低い 新幹線用は低騒音を狙ったシ ングルアーム	欧州技術をベースの菱形パン タグラフ	欧州は多電気式のためシ ングルアーム主流 米国は可動範囲を大きくする ため菱形主流
	空 気		空気を吹きつけてアークを消 しながら、遮断する。	絶滅技術			
車 体	真 空	真空バルブ	真空状態の中で遮断する。	小型化、信頼性向上に寄与	1980年代から採用	新型機関車はVCB	主流の技術
	鋼 鉄		軟鋼または耐候性鋼板の溶接 構造による車体	加工性が良い車体腐食に弱い	機関車、貨車および小ロット の旅各車両を除いて採用され ていない	機関車、客車、貨車とも鋼製 車体であるが、右旋輸送用貨 車は車体腐食に悩む	
	ス テ ン レ ス	軽量ステンレス車体	ステンレスの溶接構造による 車体 ステンレスの性質上ス ポット溶接が主体	塗装不要かつ腐食がないため 保守コストが低い、アルミ 車体よりも重い	溶接性の良いステンレス鋼を 開発し、軽量車体を実現化し、 普及している		米国で普及、ただし機関車、 貨車を除く 欧州はステンレス価格高いた め普及しない
	アルミニウム	FSW (摩擦溶融撹拌接合)	アルミニウムの溶接構造によ る車体、MIG 溶接、FSW 等の 最新技術で工数減としている	軽量化に資するが、素材単価 高い	高速車両、地下鉄車両を主に 普及	MIG 溶接	欧州で普及、ただし、機関車、 一部貨車を除く FSW は英国特許
保 管 管 理	SS 運 動	職員管理と動機付け	作業を行う社員の参加を得 て、作業能率の向上と安全作 業環境を確保するための運動	ヒューマンエラーに起因する 故障防止 意欲向上	JR 以降後、各社で積極的に取 り組む	一部機関区で採用	製造業を中心に普及しつつあ る



た、発電設備と言った鉄道固有でない技術、鉄道固有ではあるが一般的な技術についても、対象から除外した。

### (3) マトリクス作成参加者

今回の調査で明らかになった事の一つに、総合的な技術システムの分析評価には多分野からの参加が不可欠と言う事であろう。鉄道技術マトリクスの作成に当たっては、JICA 調査団の鉄道専門家（日本工営、JARTS、PCI）に加えて、国土交通省や（株）JR 貨物の専門家集団の知見・経験も動員した結果、満足すべき成果が得られた。

## 3.3 マトリクス案に関する議論

DFC 調査の一環として実施された本邦ワークショップ参加者に対して、移転可能性のある鉄道技術の見学会を開催し、詳細をインド側に説明した。DFC 調査団はインド側から、当該技術の DFC 及びインド国鉄における必要性、関連資機材のインド国内調達可能性、インド建設業の施工能力に関する聞き取り調査等、を行って技術移転問題に関する理解を深めた。

ワークショップ終了後、参加者から今後深度化すべき技術項目について提案があり、日印合同調査団は、深度化したマトリクス最終版案を作成し、日印間で討議を重ねて合意するに至った。次いで、移転可能性のある鉄道技術を中心とした本邦研修プログラムを実施し、調査団は参加者より得たフィードバックを基に、以下のようなマトリクス最終版を作成した。

## 3.4 マトリクス最終版の構成

### (1) 縦軸：要素技術の分類

技術移転に関して、建設的協議の基礎となる共通認識形成を可能にするように、要素技術を、大項目、中項目、小項目と言った具合に、段階的に分析整理して、全ての要素技術を網羅した。マトリクス最終版では、最初に技術項目を次の 8 大項目、即ち、A：輸送・営業、B：車両、C：信号、D：通信、E：電力、F：施設、G：機械、H：建設、に分類した。

次いで、各大項目毎に、中、小の 2 段階に分けて、技術項目を収録した。例えば、車両(大項目)分野の中項目には、台車、車輪、ブレーキ装置、プロパルジョン、情報伝達システム、集電装置、遮断機、車体、保守管理、が収録された。中項目の夫々に、次段階に分類された小項目があり、その夫々に要素技術が続く事になる。

小項目、要素技術の例としては、車両（大項目）→台車（中項目）→次サスペンション（小項目）→リンク式軸箱支持装置(要素技術)、と言った具合である。また、関係者間の具体的な議論や文書における引用等を的確・容易にするために、夫々の要素技術には個別の識別番号が付された。結果として、A1～A42、B1～B29、C1～C23、D1～D8、E1～E21、F1～F61、G1～G37、H1～H5、合計226件の要素技術が収録された。事例として、大項目・車両の場合を章末に収録した。

### (2) 横軸：要素技術の特性評価項目

横軸には、技術項目(大項目、中項目、小項目)、要素技術、技術の概要、この分野における日本

技術の特徴、インド技術の特徴(日本側の視点、インド側の視点)、識別番号、と言った欄を設けて、要素技術毎に技術の現状や評価結果の記述を図った。

### 3.5 他分野・他プロジェクトへの適用可能性

DFC 調査の経験では、一口に技術移転と言っても、移転対象技術が関係者の考えや思惑で大きく異なり、調査開始当初は、これを特定する事が困難であった。こうした隘路を開いて有意義な結論に導いたのが鉄道技術マトリクスであった。移転対象技術の範囲や候補を選定して協議を重ね、共通の認識を得た上で更なる評価と意見交換を進めて、移転対象技術を特定するプロセスである。

こうした協議手法は、技術移転問題に限らず、他の分野や問題にも適用可能のように思われる。一見した所、複雑で着手点を特定し難い課題の、次なるステップへの切り口を開く手法としての応用可能性があると思われる。JICA・DFC 調査は2007年10月で終了し、報告書に盛り込まれた要素技術マトリクスは A4 版で33ページ(和文版)にも及ぶ詳細なもので、日印間の技術移転や融資交渉の基礎として有用な役割を果たしている。

## 第4章 長距離貨物輸送の現状と目指すべき方向

### 4.1 背景

近年のモータリゼーション進展に伴う国際的な潮流、即ち、陸上貨物輸送の鉄道輸送から道路輸送への転換にも関わらず、インド鉄道は1990年以降も輸送量を増大させている。その背景には、道路インフラ整備の大幅な遅延があり、急速な経済発展に伴う輸送需要に道路輸送が追いついていなかった事情がある。しかし、近年は道路インフラ整備も着実に進展しており、道路輸送が陸上貨物輸送のシェアを伸ばす事は確実であろう。また、道路輸送におけるドア・ツー・ドア・サービスなど顧客のニーズに的確に応えるサービスの高度化・多様化は国際的にも進展しており、経済成長の顕著なインドではこうした顧客サービスの質的な向上が期待される事に疑問の余地は無い。

DFC が対象とする長距離貨物輸送市場で鉄道輸送の競合相手は道路輸送であり、道路インフラ整備の進展に伴い、鉄道輸送が道路輸送に対して十分な競争力を有さなければ、鉄道輸送は衰退の道を歩むことになる。鉄道輸送の不利な点は、道路輸送が起点から目的地まで完結した輸送サービスが可能であるのに対して、鉄道輸送はそれ自身では輸送サービスを完結できず、必ず他の輸送モードとの連携が不可欠と言う点にある。積荷の積替えや留置といった接続回数が倍加し、これに伴う費用増や輸送所要時間の増加、関係者が増えることによる不確実性が増加する。

### 4.2 長距離道路貨物輸送の現状

インドでは、鉄道輸送量の伸び率が限定的であるのに対して、道路輸送は大幅な伸びを示している。しかし、道路輸送側にも問題が無いわけではない。高規格国道は急速に整備されているが、欠陥施工や厳しい気候条件の影響で、路面の損耗が激しい、と言われる。また幹線道路においてもラ

クダ車とかトラクターといった緩速車両が一般車両と混在し、走行速度と交通容量の低下を招き、高速走行困難な現実もある。石油資源輸入依存の現状では燃料軽油の価格が高く、また、道路輸送の燃料消費量は鉄道輸送よりも大幅に嵩み、輸送コストに占める燃料コストの比率が大きい。また、長距離輸送の営業車両が州境通過に際して、各州では付加価値税や入市税などを徴収している。税制は各州で異なり、輸送貨物の審査と税の徴収には州境通過時に出入夫々2時間、合計4時間以上を費やしている。徴収される税金は荷主の負担となり、待ち時間と審査時間は運送事業者のロスになっている。こうした道路事情を反映して、現時点では道路輸送と比較して、長距離輸送に関しては、鉄道輸送に有利な状況にある。

#### 4.3 道路輸送改善策の展開

近年、政府は全国的な高規格国道及び高速道路整備計画と言った道路整備事業を展開している。特に、ロバやラクダ牽引荷車やトラクター牽引車両などの低速車両を分離した高速道路網の整備が道路輸送に及ぼす影響は予測に難くない。州境通過時の付加価値税については、2010年を目処に課税基準の全国統一化も予定されており、また高規格国道では現行の州境通過検査(2度：出境・入境)を一括する試みも進められている。今後の課題として、州境における徴税や越境審査も基本的に廃止の方向で検討されている。こうした道路政策の展開に応じて、道路輸送の競争力が急速に高まることも予想され、鉄道輸送の長所を活用する改善策が緊急の課題となっている。

#### 4.4 鉄道経由のインターモーダル輸送の問題点

鉄道輸送の伸び率鈍化傾向は、主として鉄道の輸送能力不足に起因しているが、これが全てではない。実態調査の結果は、輸送能力の不足以外の問題として荷主側に、『利用しない』または『利用したくない』理由がある事を示している。日本側調査団は荷主に対する調査も行っているが、この結果によれば、主たる問題点としては『輸送に時間がかかる』、『コンテナがいつ到着するかわからない』、『使い難く、顧客志向になっていない』の3点であった。

##### (1) 輸送に時間がかかる (Not speedy)

Jawaharlal Nehru Port (JNP) からデリー周辺 ICD までのコンテナ輸送所要時間は、鉄道輸送日数は3日以内であるが、港での荷揚げから ICD を経て荷受人への配送までの総所要日数は最短で7日、最長で実に21日も要している。以下は其の原因の調査結果である。

- ①鉄道輸送受付順に貨車搭載を行う仕組みが確立しておらず、埠頭に到着したコンテナが申込順番通りに列車に搭載されない。
- ②船から卸したコンテナはコンテナヤードに留置され、列車搭載の直前にトレーラー・トラックで列車脇に移送し、門型ガントリークレーンで列車に搭載する。線路脇がトレーラー・トラックで混雑輻輳し、荷役に時間が掛かる。
- ③海上コンテナの鉄道輸送では、通関手続きは ICD で実施し、港湾内の通関は実施されない。ICD 向けの鉄道輸送には保税輸送許可証 (SMTP: Semi Manifest for Transport Permission) が必

要で、かつ SMTP は到着 ICD の税関が書類を確認した後、発送側（港湾）の税関から船会社に対して発行される仕組みであり、通関業務に長時間を要している。

- ④到着 ICD（首都圏）へのアクセス道路に通行制限があり、トラックの出入りは深夜に限られ、コンテナ配送時間に著しい制約が生じている。
- ⑤輸出コンテナ搭載列車が埠頭鉄道ヤードに到着する際、異なった埠頭向けのコンテナが混載されている場合、埠頭オペレーターは他の埠頭オペレーターが受け取るまでコンテナを貨車から卸さないで待機する。そのため、到着した貨車への輸入コンテナの搭載作業が遅延する。

## (2) コンテナがいつ到着するか判らない (Not punctual)

輸入コンテナは列車輸送が開始されるまで、JNP 内のヤードで長時間滞留を余儀なくされている。また、コンテナの位置情報の管理システムがなく、荷主にはコンテナの所在地や ICD 到着日時が判らない不透明な輸送システムになっている。その背景には次のような調査結果がある。

- ①列車の積載効率を高めるため、1 列車分のコンテナが集荷するまで列車編成・貨車への積載を開始しない。その結果、発送数量の少ない ICD 向けコンテナは列車の出発まで長期間に亘って港湾区域に滞留しなければならない。ICD の多くは小規模であり、小規模 ICD 向けの列車運転頻度は 1 週間～10 日に一列車に止まっている。
- ②コンテナの列車搭載は、鉄道省傘下の SPV である CONCOR 社が独占的に行って来たが、埠頭から鉄道ヤードまでの移送は埠頭オペレーターが行っている。港湾区域内でのコンテナ取扱いが一元化されておらず、関係事業者間の連携が欠如し、ICD 到着遅延コンテナの輸送促進に対する荷主の要請に、CONCOR 社は的確に対応できない。
- ③貨物列車輸送ダイヤが存在せず、コンテナ積載列車を予約できない。

## (3) 使いにくい輸送モード (Not customer oriented)

鉄道輸送は利用し難いという意見の背景には、インド特有の官僚的な鉄道省固有のサービスシステムが残存しており、下記のような原因が挙げられている。

- ①CONCOR 社がホームページで提供するシステムでは、コンテナの現況照会は列車の出発時点以降に限られている。荷主は自社扱いコンテナ積載列車の JNP 出発情報を入手するために、CONCOR 社ホームページに毎日アクセスせざるを得ない。
- ②CONCOR 社への輸送依頼は窓口申込・運賃前払いが原則であり、荷主は申込のために ICD への往復と現金支払いを余儀なくされている。電子データによる申込受付とクレジット決済の実現が求められている。
- ③運賃適用に柔軟性が乏しく、大口荷主であっても運賃に交渉の余地はない。運賃の値引き案件は新聞等に公示され、貨物量の多寡に関り無く、すべての荷主と貨物に同等に適用される。

## 4.5 鉄道経由インターモーダル輸送が目指すべき方向

日本側調査団が提案した現行の鉄道経由インターモーダル輸送の問題点の検討結果と主要な解決策を以下に示す。

### (1) インターモーダル輸送の所要日数の短縮

鉄道経由インターモーダル輸送に長時間を要する最大の原因は、関係事業者間の連携不足である。関係事業者（港湾オペレーター、税関、鉄道フォワーダー）がハード・ソフト両面から迅速な貨物輸送の新しい仕組みを構築する必要がある。これには、鉄道経由インターモーダル輸送の監督官庁である鉄道省と貨物専用鉄道新線の建設・維持管理・運用を担当するインド貨物専用鉄道会社（DFCCIL）が主体となって関係機関に働きかける事が重要である。

- ① 鉄道輸送予約システムの情報を港湾荷役作業と連動させる仕組み（港湾荷役機器への情報端末の導入、列車予約システムと港湾荷役管理システム間のデータ接続など）の構築によって鉄道輸送コンテナを発送順番通りに鉄道ヤードに留置することが可能になり、コンテナの移送順序の逆転が解消し、コンテナ留置日数を削減できる。また、荷役回数の減少で荷役機器とトレーラーの効率的な運用が可能になる。
- ② 鉄道輸送対象の輸入コンテナは、埠頭から鉄道ヤードに直行移送する。鉄道ヤードを拡張して、鉄道輸送対象のコンテナを留置できる十分なスペースを確保する。
- ③ IGM（Import General Manifest）と SMTP（Semi Manifest for Transport Permission）の記載事項を統一し、SMTP を IGM に統合する。更に、IGM の本船到着前受付制度を導入する事で、SMTP 発行所要時間を解消できる。
- ④ ICD から複数の埠頭ターミナル行きの輸出コンテナを混載した列車が到着した場合、到着ターミナルでは、他の埠頭ターミナル行きのコンテナを速やかに卸して配送するルールを設ける。荷役時間を節約でき、列車折返し時間を短縮できる。
- ⑤ ICD 群を機能別に分類し、役割を明確に分離する。都市交通規制により通行制限を受ける ICD については、都市部への小口配送拠点と位置づけ、倉庫や仕分け施設などを整備し、都市部配送物品以外の到着を極力受け付けないようにする。工場などに配送する貨物については幹線道路に隣接した都市周辺部の ICD にシフトする。こうした機能分担によって、都市部 ICD 到着コンテナの配送遅れを解決し、ICD 滞留コンテナ数の削減も期待できる。
- ⑥ ICD に設置した倉庫や仕分け施設ではパレットや小型フォークリフトを採用し、人手による荷役を少なくして荷役効率を上げる。

### (2) コンテナ到着日時の明確化

- ① 列車の運行計画を明確にし、運行ダイヤを設定し、その発着時刻を開示する。
- ② 鉄道フォワーダーはその運送約款において、コンテナ搭載の多少に関り無く、運行ダイヤに従って列車を出発させる事を明確化する。
- ③ 列車の予約システムを構築し、荷主に輸送予定を明示する。
- ④ インド国鉄及び鉄道フォワーダーは、鉄道輸送中及び ICD 留置中のコンテナのステータスを把握出来るコンテナ追跡システムを構築する。
- ⑤ 港湾荷役管理システムとコンテナ追跡システムを結合し、埠頭の荷揚げから ICD 持ち出しまでのコンテナ・ステータスを把握し、これを荷主に開示する。

⑥鉄道フォワーダーは運送事業者を一定基準（業務年数、保有車両の数と質、荷主からのクレームの数等）で審査し、その基準をクリアした事業者を優良事業者として認定し、この情報を荷主に開示する。

### (3) 顧客の利便性を満足させるサービスの質の改善

現在の鉄道輸送サービスには、官僚的なインド流サービスの考え方が残存している。競合する道路輸送事業者は、こうした官僚的なサービスを完全に払拭し、顧客満足を優先したサービス改善の実現に努めている。鉄道輸送では、電子データによる申込と鉄道運賃後納制度を拡大し、更に、保険の考え方を応用し、鉄道運賃後納制度を利用し易くするための信用保証機関を設立する必要がある。

### (4) 全貨物輸送区間の物流可視化の実現

鉄道によるコンテナ輸送において欠落しているサービスは、“物流の可視化”である。“物流の可視化”とは、輸送過程における貨物の状況（現在位置、取扱い業者、到着予定等の情報）および貨物の内容（発・着荷主、品目、梱包状況等の情報）について、関係事業者（発荷主、着荷主、輸送事業者）が把握でき、その情報を共有化できる状態にすることを言う。物流可視化実現は、鉄道經由物流の増加を図る上で必須の要件である。この物流可視化は鉄道輸送に限らず、輸送分野全体を対象とする必要がある。これには鉄道輸送経由のインターモーダル輸送に関わっているすべての事業者（船会社、埠頭オペレーター、税関、通関事業者、鉄道フォワーダー、インド国鉄、DFCCIL、配送事業者）に参加を呼びかけ、共通情報基盤構築などによる情報連携を確立することが必要である。この事業はソフト開発やシステム整備の費用を関係会社共同負担にして費用軽減ができるため、参加各社にとってもメリットのあるテーマである。

### (5) 各鉄道フォワーダー共通の仕組み作り

鉄道フォワーダーは相互に競争して、活力ある輸送サービスを実現することが本来の狙いである。その一方で、鉄道フォワーダーが共同して取り組む事により、良質の輸送サービスをより効率的に実現する課題も少なくない。物流可視化もその一つである。物流可視化以外の具体的テーマとしては、例えば、次のような課題が考えられる。

#### ① 鉄道運賃後納制度を担保するための信用保証機関の設立

現在、鉄道運賃の後日精算制度はあるが、実質的には前払い運賃制度となっている。顧客にとって利用しやすい運賃後払い方式を可能にするために、フォワーダーの運賃収受を保証する制度として信用保証機関を設け、運賃後払い方式を実現する仕組みの導入が考えられる。これは一種の保険制度であり、多くの事業者が参加することによって料率の低下を図る事が出来る。このため、個々の鉄道フォワーダーを超えた仕組みとすることが現実的である。

#### ② 相互受託の確立

鉄道フォワーダーは鉄道省により、Category1 から 4 までランク付けされている。Category1 については輸送サービスの全国展開が可能であり、その他のランクはサービス展開が地域的に限定されている。一方、各フォワーダーは自社保有車両のみで運行列車の発地と着地の双方に拠点を設ける

必要があるが、すべての発着地に拠点を設ける事は多大の費用を必要とし、実現困難である。荷主の要望に全て対応しようとするると採算割れになり兼ねない。これを地域別フォワーダー間の相互受託によってカバーできれば、荷主の満足度を安価に実現できる。これを金銭面の制度として支えるのが全国フォワーダー間の料金精算を効率的に行う「交互計算」であり、その導入が緊急課題となっている。

### ③ 首都圏 ICD の計画の推進

首都圏の荷主の立場では、地元の ICD にコンテナを持ち込めば、その後、着荷主に届くまでの輸送責任は船会社に移転するため、荷物の行方について保証されたに等しい。ICD は鉄道輸送営業の窓口であり、物流拠点としての役割は極めて重要である。とりわけ多くのコンテナの出入りがある首都圏については、その設置及び整備は DFC の建設と同じように重要と言える。先にも述べたように、Dehli 特別市内には厳しい交通規制が課せられ、コンテナ輸送トラックの運行は深夜の時間帯に制限されている。首都圏の物流需要を満たし、荷主に満足できるコンテナ輸送サービスを提供するには、幹線鉄道網に直結し、合理的に配置された ICD 整備計画が重要である。現在時点では、こうした計画は個別のフォワーダーの投資計画に任されており、政策自体の見直しが必要である。

## 第5章 合理的・効率的なインターモーダル輸送システムの構築

### 5.1 インターモーダル輸送合理化の必要性

鉄道輸送は道路輸送と比較すると貨物輸送単位 (ton-km) 当りのエネルギー消費量はかなり少なく経済的で、環境にも優しい輸送手段である。急速成長を続けるインド経済に不可欠で、かつ、環境負荷を最小限に留める輸送体系が模索されており、こうした鉄道輸送の長所を道路輸送と結合する事によって合理的な輸送手段を提供するインターモーダル輸送体系の構築がこれに応えるものと思われる。本章では、インターモーダル輸送体系の中で、DFC 実現によって輸送力強化が期待される貨物専用鉄道を有効に活用するための必要要件について述べる。

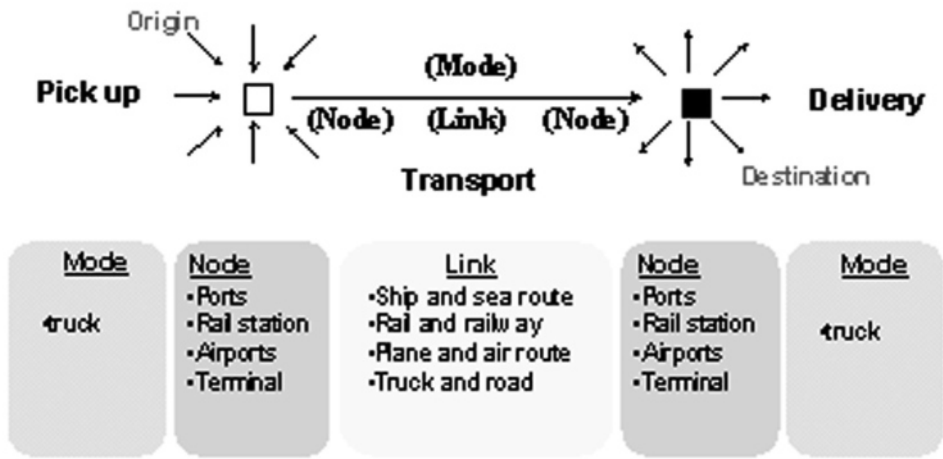
### 5.2 効率的なロジスティックスの構築

石炭の炭鉱～火力発電所間輸送と言った場合を除く鉄道輸送は、起点・終点から先の貨物集配をトラック輸送に依存するので、本来的にインターモーダル輸送体系の一環である。海外との交易の場合には、これに海運が加わる事になる。こうした異種輸送機関が連携して実現する輸送体系の効率化を図る事は容易でない。鉄道、道路、港湾と言った運輸交通インフラ整備は異なる行政組織の下で行われ、異種モード間の総合的な連携が視野に入っていない事例が少なくない。インドもこの範疇に入り、その一方で、東西回廊整備には物流の起点から終点に至るルート全般に亘る合理的な管理システム (ロジスティックス) の構築が求められている。

5.3 輸送システムのシームレス化

(1) 輸送全体の構造面

図－5.1 に示したように、輸送システムはリンク、ノード、モードの三要素から構成されている。リンクは物流拠点を結ぶ通路であり、鉄道・道路・水路・空路の四分野から成る。これに管路（パイプライン）を加える事がある。ノード（輸送機関の結節点＝物流拠点）は貨物を荷役する場であり、貨物駅・トラックターミナル・港湾・空港とその関連施設である。モードは交通路上を移動する輸送機関を指し、鉄道で言えば機関車・貨車であり、道路ではトラックである。水路では船舶であり、空路では航空機である。発地から着地までの輸送能力を増加するためには、一つのリンク（輸送手段）やモード（輸送機関）の容量だけを増加させても、輸送システムの輸送能力は増加するとは限らない。また、すべてのリンクやモードの容量を同水準に増加させたとしても、ノード（物流拠点）の容量が変わらなければ、ノードにおける滞貨が増加するだけで、輸送システム全体の能力向上にはつながらない。従って、輸送システムの向上を図るには、リンク、ノード、モードの夫々を均衡の取れた形で容量の増加と言った視点が重要である。



図－5.1 物流の構造

(2) 輸送システムのパフォーマンス

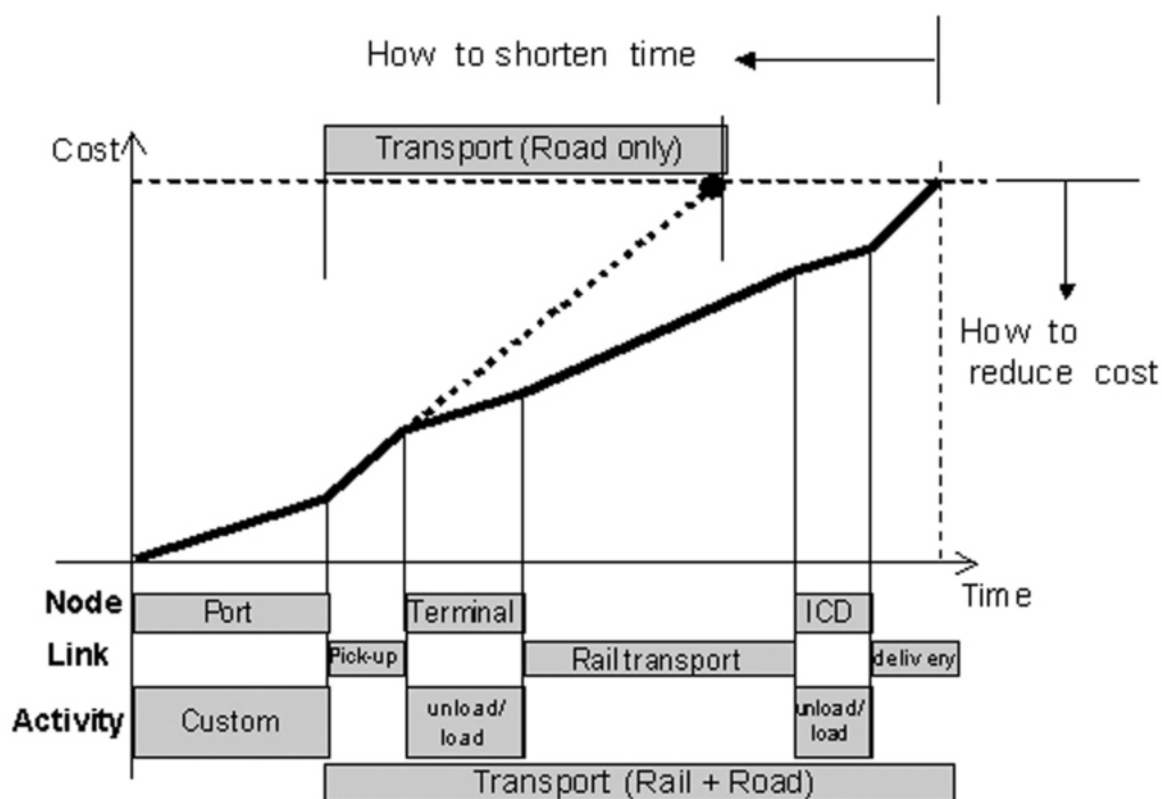
輸送システムの改善・強化を図る場合、輸送システムは多くの輸送手段や物流拠点で構成されているので、オペレーション（輸送計画、輸送能力）、コントロール（輸送管理）などの視点から、輸送システム全体のパフォーマンスを評価しつつ、改善策を進めて行く事も重要な視点である。パフォーマンス評価には幾つかの指標が用いられるが、ここでは輸送日数を一つの指標として考える。システム全体としての輸送日数は、各モードの所要日数と、物流拠点において一つのモードから次のモードへの積み換えの所要日数を合計した時間となる。従って、一つの輸送機関の輸送時間が非常に短縮されたとしても、他の輸送機関の輸送時間や物流拠点における積み換え所要時間も同時に短縮されなければ、システム全体としての輸送時間はあまり短縮されない事になる。また、一つの輸送機関の所要時間が不安定であれば、システム全体の所要時間を明確にできない。輸送システム



全体としての輸送時間を明確にするためには、すべての輸送機関の所要時間および物流拠点での積み換え所要時間を明確にする必要があり、この事は輸送システムの信頼性にも繋がる重要な視点である。

### (3) インターモーダル輸送の時間および経費削減

インターモーダル輸送の時間短縮と輸送コスト削減を図るには行うには、図－5.2に示したように、発地から着地までのプロセスを、仔細に分析評価して問題点を把握する必要がある。事例として、DFC 調査の西回廊の場合を取上げると、ノードとしては港湾、ターミナル及び ICD (Inland Container Depot) があり、リンクとしてはコンテナのピックアップ、鉄道輸送、トラックによる配達がある。またノードでの作業として、通関、列車への積み卸し、トラックへの積み卸しがある。こうした確認作業を通した問題点の夫々について改善策を講ずる事になるが、物理的な改善だけでなく、作業面と制度面も含めた対策を実施し、時間とコストの両面で顕著なノードやリンクから順次着手し、全体としての時間の短縮、コストの縮減効果を得るのが常道である。



図－5.2 物流における時間と価格関連図

## 5.4 ロジスティクス技術のシームレス化

### (1) 輸送作業担当者の多機能化

輸送システムのリンク、ノード、モードのいずれの局面でも機械化や情報化が進行しているが、物流サービス水準は輸送作業担当者によって大きく影響され、其の傾向はますます顕著になっている。一例を挙げると、日本では「宅配」が人々の生活に大きな変化を齎している。この「宅配」担

当者は単にトラックを運転するだけでなく、配達荷物の代価集金も行い、配達時に不在であった荷受人が連絡すれば再度配達にも出向くと言った宅配担当者はコールセンターの役割も担っているのである。配達荷物も普通の荷物から、配達日指定のゴルフバッグ、保冷輸送が必要な冷凍食品、毎日の食事配達など、特殊な扱いを要する荷物を一人のトラック・ドライバーが処理する実態がある。これは物流企業からみれば宅配担当者の機能多様化であり、人件費の節減である。一方、荷主から見れば、何事もドライバーに頼めば良い（ワンストップ化）と言う事である。高速道路走行中のトラック運転手は携帯電話を持ち、前方の交通事故などで走行障害が発生した場合、管理センターと電話交信して、高速道路を降りて平行迂回路を取る事は普通であり、場合によっては荷主の要請で、行き先を変更する手配も行われる。このような例外処理についても、円滑に処理できる事がロジスティクスに不可欠のサービスとなっている。これは、一旦、輸送会社に預けた貨物でも荷主の意向で自由に移動できる事を意味し、物流の連続性、即ち、シームレス化が実現している実態がある。

## (2) ロジスティックス技術のシームレス化

### ① 標準化とユニットロード・システム

ロジスティクスはパレット化、コンテナ化などの標準化を念頭に置いたユニットロード・システムにその基礎を置いている。標準的なパレットに適合するように設計された製品収納段ボール箱、パレット寸法に見合った荷役機械が準備される。フォークリフトはパレットに載せた貨物を簡単に移動できる。コンテナはそのパレットを収納して長距離輸送する大型容器と言える。しかし、パレットの寸法は輸送品目関連業界のニーズや各国の輸送事情などによって異なり、国別や国際的標準化からは程遠い。コンテナに関しては標準サイズは決まっているが、同じ20ftでも許容重量が異なるなど、国別に異なる規格が存在し、世界標準として全てが統一されている訳ではない。

### ② 複合輸送システム（LOLO、RORO）

鉄道、トラック、船舶、航空機など異種輸送機関が連携して貨物を運ぶ場合、貨物の積み換えが発生する。そのプロセスに共通の輸送手段を用いる事がシームレス化であり、時間短縮とコスト縮減につながる。LOLOとはLoad on-Load offの略で、クレーンやリフトなど機械を使って積荷を積み換える事を指し、コンテナ化がその代表例である。コンテナ化は作業時間短縮に効果的であると共に、雨中荷役も可能にし、港湾荷役作業の近代化に大きな役割を果たした。一方、ROROはRoll on-Roll offの略で、貨物を積んだトラックやシャーシをそのまま、船舶や貨車、さらには航空機に載せて運ぶことを言い、貨物の起点・終点におけるクレーンやリフトによる積み替え作業を省く事で、輸送時間の短縮とコスト縮減の効果が期待される場合に用いられている。自動車専用輸送船を用いた完成車輸送はその典型的な事例である。

### ③ 輸送貨物の品質維持

貨物の品質維持も輸送システムの重要な役割である。冷蔵・冷凍食品などの輸送システムでは、冷蔵コンテナを搭載した列車、保冷トラックなどの輸送手段と倉庫や店舗などの冷蔵・冷凍施設の温度管理が一貫していないと、商品の品質が損なわれる。食品によって適温が異なり、例えば、鮮魚は0℃、野菜果物は15℃以下、肉類はその中間で、冷凍食品輸送では-18℃以下でないと商品が劣

化するおそれがある。このように品目ごとの温度管理基準は標準化されている。

#### ④ 品目別専用化

大量輸送が必要な品目の場合、品目別専用の輸送機関を使用する事が多い。石油専用トラック(タンクローリー)、コンテナ専用船、巨大な機械等を運搬する専用航空機などの例がある。中でも専用船はコスト縮減効果が大きく、原油・石油、石炭、鉱石、鉄鋼、自動車など種類は多岐に亘る。ただし、品目別専用船であが故に帰り荷の期待は乏しく、片道運行でも採算可能な大量輸送に限定される傾向にある。

#### (3) IT 技術の活用

輸送過程の貨物の位置情報は極めて重要で、特にインターモーダル輸送では複数の輸送機関と物流拠点を経由するため、従来は、貨物位置情報入手は容易ではなかった。近年は、急速に発展したIT技術の適用により、個別の貨物識別、貨物位置や貨物状態の把握、輸送事業者間での情報交換が容易になり、全輸送経路における貨物管理が可能となった。ここでは物流シームレス化を可能にするIT技術について述べる。

##### ① 貨物と輸送機関の識別

貨物の識別指標は物流関係事業者によって異なる。メーカーは商品コード単位、問屋は箱単位、小口配送事業者はパレット又は箱単位、長距離輸送事業者はコンテナ単位、と言うように、事業者の取扱単位で識別指標が決まる。各事業者は自分の扱う指標で情報管理を行っており、物流全体のシームレス化を実現するには、貨物とそれが積載されている輸送道具との関連付けを行う仕組みが必要である。例えば、トラック所在情報を、それに積載されているコンテナ番号と関係付けて、コンテナの所在情報に変換すると言うように、上位階層での管理情報を下位階層での管理指標と関係付けると、関係事業者間での情報の可視化、シームレス化の基盤ができる。図-5.3は貨物の識別指標と識別技術を階層的に示したものである。

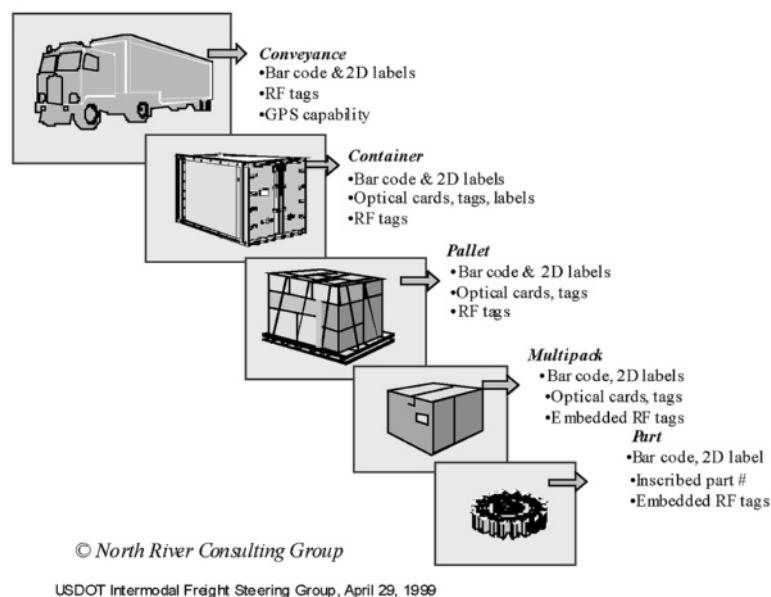


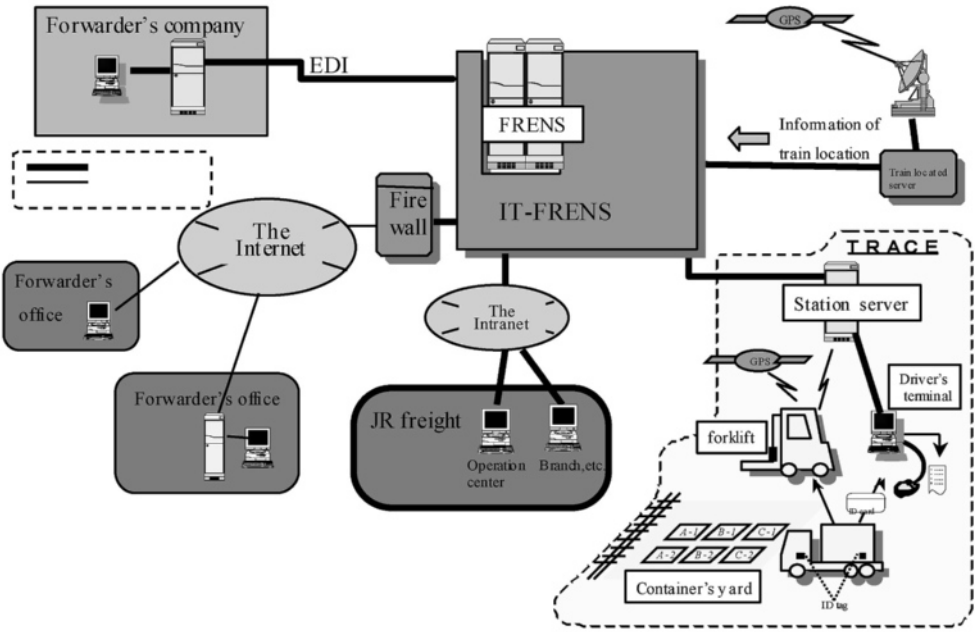
図-5.3 物資の識別単位と識別技術

② ラベルの共通化

物流事業者間で情報の連携を図る場合、上述の識別指標の違いの他に、管理情報の違いの問題が発生し、貨物に貼付するラベルの情報内容に端的に表れる。発送荷主は、出荷検品の製品番号や注文番号、注文顧客名などの情報をラベルに記載する。また、輸送事業者には配送先住所や荷姿、容積、実重量などの情報が必要である。これら情報を1枚のラベルに記載できれば、荷主、輸送事業者のそれぞれが別々のラベルを貼布する必要はない。事業者間でラベルが異なれば、受け渡しの都度、データ入力の手間が必要となり、ミス発生の可能性が生ずる。ラベルの共通化でこのような手間とリスクが消滅する。シームレス物流の実現には、必要な情報の分類と、その情報の交換方法についての取り決めが必要で、2000年に国際標準ラベルとして ISO15394が制定されている。

③ 情報の共有化

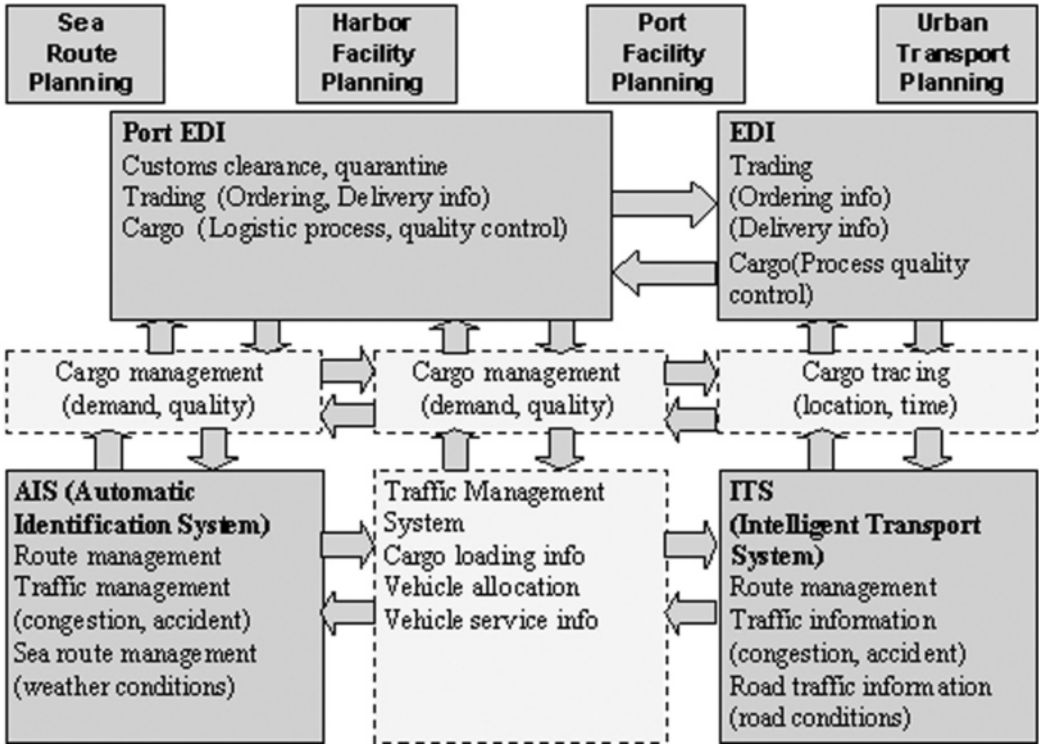
企業の管理部門では、生産・受注・倉庫からの払い出し・輸送業者への指示など、各段階の作業に伝票を用いており、伝票に盛られた情報には共通点が多い。全段階で情報を共有し、夫々の目的に活用できれば、その都度のデータ入力と転記作業が不要となる。その結果、入力ミスがなくなり、入力作業による時間ロスも消滅する。情報活用により在庫管理が容易になり、出荷ミスや誤配を未然に防止し、各段階の処理精度が向上する。一旦入力した情報を、各段階において徹底的に利用し尽す「情報の共有化」により、物流のシームレス化が実現できる。こうした情報の共有化を推進する手法として、情報システムがある。JR 貨物ではコンテナ管理のための IT-FRENS システムを開発している。このシステムではコンテナ輸送に必要な一連の情報、コンテナの発着駅、コンテナ形式、搭載列車情報などを共有化しつつ、搭載列車の予約管理、コンテナ留置場所の現況管理、コンテナ荷扱い作業計画策定、荷役作業実績の算出などを行って、情報のシームレス化を実現している。



図ー5.4 IT-FRENS の概要図

④ 企業・組織間での情報のシームレス化

最近の貨物輸送の世界では、リンク毎にモードである船舶やトラックのルート案内やトラブル情報を提供する支援システムが整備されている。例えば海上輸送では AIS (Automated Identification System：自動識別システム)、道路輸送では ITS (Intelligent Transport System：輸送情報システム) などが挙げられる。また、輸送事業者の多くは自前の運行管理システムを導入し、自社の輸送モードの走行実績管理や貨物追跡を行っている。こうしたリンク毎の支援システムや運行管理システムを相互に接続する事によって、陸海を一貫した貨物追跡や輸送ルートの最適化が実現可能となる。図－5.5は海陸一貫輸送における情報シームレス化の模式図である。情報のシームレス化は物流の可視化をも意味している。



図－5.5 海陸一貫輸送における情報のシームレス化

5.5 制度システムのシームレス

(1) 交通政策の整備

経済の高度成長は、当該国の国内・国際の貨物輸送と旅客輸送の急激な需要増加と構造変化を齎す。中国やインドのように高度成長の渦中にある国では、急激な構造変化と急増する輸送需要に既存施設の増強で対処しがちで、基本インフラ整備は遅れる傾向がある。自動車の増加に追従できない道路拡張整備、線路の輸送力が限界にきている鉄道、急増するコンテナを捌き切れない港湾施設である。長期的な展望と複眼的な視点に基づいて、セクター間で均衡の取れた道路、鉄道、港湾などの整備の基礎となる交通政策が必要である。

## (2) 貨物流動統計の整備

インターモーダルに関する輸送機関はセクター毎に所轄官庁が異なり、官庁間で登録や届出の仕方の相違、手続きの重複と言った事例が少なくない。輸送システムのシームレス化を推進するには、その基盤となる法制度や手続きの整備が必要で、政府のシームレス化政策が重要な役割を果たす。必要な法律の整備には、物流状況の正確な把握が前提であり、貨物の全国地域間流動統計調査や、インターモーダル輸送による重複輸送を除いた貨物純流動調査による統計の整備が効果的である。

## (3) 制度の整備・充実

現行の物流に関する商取引や代金とか運賃清算方式の多くは、個々の輸送機関が個別に活動していた時代にできた慣習であり、ロジスティックスのシームレス化の時代に適合した手続きや制度、清算システムの構築が必要である。その内容は、行政制度(通関、検疫、倉庫業、港運業など)、労働環境の整備(勤務形態、運行方法など)、情報システムの連携(省庁間、官と民間の連携)、情報の公開(事前予定情報、事後情報)、鉄道関係(鉄道運賃後納制度と運賃保証協会、交互計算制度)と言うように、多岐に亘るもので、以下に二つの事例を紹介する。

### ① 鉄道運賃後納制度

鉄道による貨物輸送運賃は元払いを原則として来たが、毎日、多くの貨車やコンテナを使用している鉄道フォワーダーは、その清算に手間がかかるので、毎月1回、発送実績に基づいてまとめて清算しており、いわば鉄道運賃の後納である。鉄道フォワーダーは運送保証協会に運賃額に見合った保証料を支払えば、その保証が受けられる。

### ② 交互計算

発着地の鉄道フォワーダーが互いの貨物を集配する時に、その料金を清算する仕組みである。出発地の鉄道フォワーダーAが到着地の鉄道フォワーダーBに鉄道貨物の配達作業を支払い、逆の輸送、つまり出発地のBが到着地のAに鉄道貨物の配達作業を支払うことがあるとき、互いの支払料金を相殺し、ネットの支払い分だけを清算する。実際には多数の鉄道フォワーダーがこの仕組みに参加し、1か月に1回コンピュータで清算している。請求された金額は必ず支払われると言った他の清算方式にはない仕組みをとっている。仮に請求額に間違いがあれば翌月に反対請求の形で清算する。

## 5.6 全国的な展開の必要性

東西回廊に沿った貨物専用鉄道新線建設計画の策定に当たって、単なる物理的な施設・設備の整備では計画目標達成は困難であり、DFCの管理運営に関する法制度やオペレーションを含めた視点、国家経済上の視点、道路や鉄道と言ったセクターに囚われない視点、からの現状分析・評価と急成長を続ける国家経済に貢献する鉄道輸送、道路輸送との共存の在り方を追及し、辿り着いたのが近代的な意味でのインターモーダル輸送である。本章で述べた所は、東西回廊DFCだけでなく、インド全国に展開する鉄道網の運用にも適用されるべきものである。

## あとがき

日本側調査は2006年5月の着手時点からインド鉄道省や RITES 社と密接な協議を重ねながら実施され、中間的な報告書段階で提示された結論や助言の多くは、インド側が受け入れ、実現方策に着手した問題も少なくない。その一方で、調査団が最も重要な問題として捉え、最終報告書（案）に日本側推奨案を明確に記載した課題、即ち、西部回廊の電化／非電化問題、コンテナ2層積載貨車の平型貨車／低床貨車の適否、等に関する日本側提案の修正を求められた事態も発生した。

日本側は合理的な根拠に基づいて電化方式や低床貨車を推奨したが、これ等の問題についてインド側の意見は賛否両論に2分極化した状態であった。其の背景には政治的な影響も窺われた。そこで日印両国が協議し、日本側は、最終報告書に記載した結論は修正しないが、インド側からの修正要求があった事、インド側は修正要求の根拠を明示する事、を付属文書に記録する事で決着を見た。

最終報告書の記述を巡ってこの種の紛争は、JICA 関連調査でも時折経験されているが、その協議結果を文書の形で公式に記録した前例は皆無である。合理的な調査を経て到着した結論と助言は日本側調査担当者の総意であり、責任を持つべき課題であって、その無原則修正は拒絶して当然である。しかし、放置すれば、技術協力提供者とその受益者の間に蟠りが発生し、円滑な実施の阻害要因となる事も予想される。

今回のような処理の仕方は、政府開発援助調査団と受益者の間で、重要な問題に関して、合意形成が困難な場合の、合理的な解決方法の一つとして参考に値すると思われる。

その後、インド政府から我が国に対し、コンテナ2層積載貨車に対応する高揚程パンタグラフ及び平型貨車によるコンテナ2層積載に関する実証試験に対する協力要請があり、JICA は2008年3月より12月までの予定で技術協力プロジェクトを実施した。また、概ね同時期に、JBIC は事業実施を円滑にすべく、JICA の F/S 結果に基づき、SAPROF により環境社会配慮の深化を行った。

JICA の F/S 開始当初は、日印関係者間にお互いの力量を推し量るというか、ある種の疑心暗鬼もあったと思われ、その当時であれば、インド側の鉄道関係者が日本人の前で困った顔をするとは思ってもよらないことであった。しかし、日本側調査団は、真剣な意見交換を粘り強く続け、最終的には、インド鉄道省や DFCCIL にとってなくてはならない存在までになり、日本の鉄道技術に対する信頼を得る基礎となったことは感慨に耐えない。

## 参考文献

1. インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査予備調査／事前調査報告書。一国際協力機構社会開発部，2006。
2. インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査インターモーダル貨物輸送戦略開発報告書。一国際協力機構：日本工営：パシフィックコンサルタンツインターナショナル，2007。
3. インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（エンジニアリング）最終報告書；Vol.1。一国際協力機構：日本工営：海外鉄道技術協力協会：パシフィックコンサルタンツインターナショナル，2007。
4. インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（エンジニアリング）最終報告書；Vol.2。一国際協力機構：日

- 本工営：海外鉄道技術協力協会：パシフィックコンサルタンツインターナショナル，2007.
5. インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（エンジニアリング）最終報告書；Vol.3. 一国際協力機構：日本工営：海外鉄道技術協力協会：パシフィックコンサルタンツインターナショナル，2007.
6. インド国 幹線貨物鉄道輸送力強化計画調査（統合マネジメント）最終報告書. 一国際協力機構：日本工営：海外鉄道技術協力協会：パシフィックコンサルタンツインターナショナル，2007.



Evolution of Feasibility Evaluation Theories of Huge Railway Network  
Development Project Learned from Feasibility Study  
of Dedicated Freight Corridor Project in India

Yuzo AKATSUKA, Emeritus Professor, Toyo University  
Naofumi YAMAMURA, Chief, Transportation and ICT Team I, Group III  
Social Development Department, Japan International Cooperation Agency

**Abstract**

This report is intended to work out evaluation theories applicable to feasibility evaluation of a huge new railway network development project, based on “the Feasibility Study on the Development of Dedicated Freight Corridor Project (DFC), for Delhi — Mumbai and Ludhiana — Sonnagar in India”, conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA) from May 2006 to October 2007. The DFC, planned for construction of huge railway networks dedicated for freight transportation mainly connecting three megalopolises of India, Mumbai, Kolkata and New Delhi, in addition to nearby industrial/commercial areas, with railway route extension exceeding 2,800 km in total. This project has been urgently needed to sustain rapidly growing economies and industries in India and the Government of Japan has been requested by the Government of India to support the project technically and financially. The JICA study has been completed successfully, establishing its feasibility as well as pragmatic approach and further suggesting practical financing arrangements. Since the proposed railway development project is so huge as has never been realized over centuries in any countries in the world, the lessons learned throughout the study are very valuable. This report is one of the trials to summarize the lessons and findings of the study in many aspects.